



TITLE:

# Physical Modeling and Numerical Analysis of Tsunami Inundation in a City Scale( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

Adi, Prasetyo

---

CITATION:

Adi, Prasetyo. Physical Modeling and Numerical Analysis of Tsunami Inundation in a City Scale. 京都大学, 2017, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2017-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20323>

RIGHT:

許諾条件により本文は2018-03-23に公開

京都大学	博士（工学）	氏名	ADI PRASETYO（アディ プラセティヨ）
論文題目	Physical Modeling and Numerical Analysis of Tsunami Inundation in a City Scale （市街地スケールの津波浸水に関する水理模型実験と数値解析）		
（論文内容の要旨）			
<p>本論文は、市街地スケールの津波の浸水特性を調べることを目的として、複雑な津波波形を再現することを目指した造波システムを用いて一連の津波実験を行い、市街地スケールの津波浸水特性を調べるとともに、数値解析によりその再現性を検討した。</p> <p>第1章（INTRODUCTION）は序論であり、研究の背景、1）津波が市街地に浸水する際、道路を津波が早く遡上すること等の複雑な流況が発生するが、粗度ベースで行われる数値シミュレーション結果について、局所的な浸水深や浸水速度、浸水範囲の再現性に関する検証が十分に行われていないこと、2）津波浸水シミュレーションの精度をより精緻に検討するには、ベンチマーク実験結果と比較することが望ましいが、複雑な市街地を再現した模型実験はほとんどなされていないこと、3）2011年の東北地方太平洋沖地震津波の際に観測された津波波形では、緩やかに水位が上昇した後に、急な上昇が続く、2段階の立ち上がりが確認されており、こうした津波を用いた実験が必要なことを記述している。</p> <p>第2章（THE PHYSICAL AND NUMERICAL MODEL OVERVIEW）は、任意の水位変化を再現できる大型津波再現水槽（HYTOFU：Hybrid Tsunami Open Flume at Ujigawa Laboratory）の特徴を示した。HYTOFUは異なる3つの造波機構、すなわち、反射波吸収式ピストン型造波機構、水塊落下型造波機構、循環流ポンプ型造波機構を有するもので、これらの3つの造波機構を単独あるいはそれぞれを組み合わせ任意の波形を持つ津波を造波することができる。このHYTOFUによる造波特性を検証し、対象とする任意の複雑な津波波形を再現し造波する方法を確立した。</p> <p>第3章（PHYSICAL MODELING OF TSUNAMI-INDUCED FORCE ON SIMPLE LAND STRUCTURES）は、市街地の家を模した角柱を設置して、津波の伝播に及ぼす単体角柱の影響、および複数角柱の設置状況や間隔による影響を調べた。また、それらの単体角柱、複数角柱に作用する津波力に関して詳細な計測を行い、角柱の設置間隔が狭くなるほど、最大津波力が小さくなること、水流の乱れを発生させること、エネルギー減衰が減少することを明らかにした。</p> <p>第4章（MODELING OF TSUNAMI INUNDATION IN A COASTAL CITY）では、市街地を再現した地域に遡上する津波の水理模型実験とその浸水シミュレーション結果との比較を通して、市街地の複雑な地形が遡上に及ぼす影響について考察した。用いた津波は、2011年の東北地方太平洋沖地震津波の際に観測された津波波形を模擬したものである。本研究の対象領域は、宮城県女川町の中心部である。研究の結果、浸水深は建物の密集度によって実験結果とシミュレーション結果に差が現れたので、津波計算を行う際には建物の密集度や土地利用状況を考慮した粗度係数を与えることの重要性を示した。また数値計算においては、浅海長波方程式を用いた結果よりも、準3次元海洋モデルであるROMS（Regional Ocean Modeling System）を用いた結果の方が再現性が良いことがわかった。また、従来の朝倉らの津波波圧算定式は、断面実験による経験式であり、本実験のように多方向から津波が浸水する場合には過小評価になる可能性を示した。</p> <p>第5章では、本研究の成果を総括的にとりまとめて結論とした。</p>			

## (論文審査の結果の要旨)

本論文では、市街地スケールの津波の浸水特性を調べることを目的として、複雑な津波波形を再現することを目指した造波システムを用いて一連の津波実験を行い、市街地スケールの津波浸水特性を調べるとともに、数値解析によりその再現性を検討した。得られた主な成果は次のとおりである。

1. 異なる3つの造波機構、すなわち、反射波吸収式ピストン型造波機構、水塊落下型造波機構、循環流ポンプ型造波機構を有して、任意の水位変化を再現できる大型津波再現水槽の特徴を示した。これらの3つの造波機構を単独あるいはそれぞれを組み合わせ任意の波形を持つ津波を造波することができるが、この大型津波再現装置の造波特性を検証し、対象とする任意の複雑な津波波形を再現し造波する方法を確立した。

2. 市街地のビルや家を模した角柱を設置して、津波の伝播に及ぼす単体角柱の影響、および複数角柱の設置状況や間隔による影響、および、それら単体角柱、複数角柱に作用する津波力に関して詳細な計測を行った。そして、角柱の設置間隔が狭くなるほど、最大津波力が小さくなること、水流の乱れを発生させること、エネルギー減衰率が減少することを明らかにした。

3. 市街地を再現した地域に遡上する津波の水理模型実験とその浸水シミュレーション結果との比較を通して、市街地（対象領域は宮城県女川町の中心部とした）の複雑な地形が遡上に及ぼす影響を調べた。用いた津波は、2011年の東北地方太平洋沖地震津波の際に観測された津波波形を模擬したものである。浸水深は建物の密集度によって実験結果とシミュレーション結果に差が現れ、津波計算を行う際には建物の密集度や土地利用状況を考慮した粗度係数を与えることの重要性を示した。また数値計算においては、浅海長波方程式を用いた結果よりも、準3次元海洋モデルであるROMS (Regional Ocean Modeling System) を用いた方が平面2次元モデルである浅海長波モデルよりも再現性が良いことがわかった。

4. 従来の朝倉らの津波波圧算定式は、断面実験による経験式であり、本実験のように多方向から津波が浸水する場合には過小評価になる可能性が示された。

本論文は、複雑な津波波形を再現することを目指した造波システムを用いて一連の津波実験を行い、市街地スケールの津波の浸水特性を調べ、また数値解析による再現性を検討したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成29年1月23日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。